

PAT-NO: JP401181214A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 01181214 A  
TITLE: SIGNAL PROCESSING UNIT  
PUBN-DATE: July 19, 1989

INVENTOR-INFORMATION:  
NAME  
KUMAMARU, TOMOO

ASSIGNEE-INFORMATION:  
NAME COUNTRY  
TOSHIBA CORP N/A

APPL-NO: JP63005440  
APPL-DATE: January 13, 1988

INT-CL (IPC): H03H017/02, G06F015/31  
US-CL-CURRENT: 708/270

ABSTRACT:

PURPOSE: To attain efficient noise rejection with high efficiency with small size while a control section band of a effective component of an input signal is being ensured by applying digital noise rejection, distributing a series of input data into n-set of data series, applying interpolation for each data series and averaging the entire series.

CONSTITUTION: The unit has three components of a data series generator 10, an interpolation estimate device 20 and an average value calculator 30, eliminates noise component as to an inputted data string S<SB>1</SB> and outputs the result as a data row S<SB>0</SB>. The data series generator 10

extracts data from the inputted data row  $S_{1}$  at an interval  
 of  $n$ -set of  
 data and outputs  $n$ -set of data rows  $D_{1} \sim D_{n}$ . In  
 this case,  
 the  $(n-1)$ -set of data are missing. The interpolation estimate device  
 20  
 interpolates missing data and outputs data strings  
 $E_{1} \sim E_{n}$   
 after the interpolation. The average value calculator 30 arranges  
 the data  
 series after interpolation on the same time axis respectively,  
 obtains a mean  
 value of each data on the same position of the time axis and outputs  
 a series  
 of data rows comprising the obtained mean value as the data string  
 $S_{0}$ .

COPYRIGHT: (C)1989, JPO&Japio

## ⑫ 公開特許公報(A) 平1-181214

⑮ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成1年(1989)7月19日

H 03 H 17/02

G 06 F 15/31

D-6903-5J

Z-7056-5B

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全5頁)

⑭ 発明の名称 信号処理装置

⑯ 特 願 昭63-5440

⑰ 出 願 昭63(1988)1月13日

⑱ 発 明 者 熊 丸 智 雄 東京都府中市東芝町1 株式会社東芝府中工場内

⑲ 出 願 人 株 式 会 社 東 芝 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

⑳ 代 理 人 弁 理 士 佐 藤 一 雄 外2名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

信 号 処 理 装 置

## 2. 特許請求の範囲

1. 連続して与えられるデータの列からなる信号のノイズ成分を除去するための信号処理装置であって、

与えられたデータ列から、データを $n$ 個おきに取出すことによって得られるデータ系列を、それぞれ取出す位相を変えることによって $n$ 通り生成するデータ系列生成器と、

生成された前記各データ系列を前記与えられたデータ列と同じ時間軸上に並べ、前記各データ系列内の隣接するデータ間に欠如している $(n-1)$ 個のデータを、少なくとも前記隣接したデータに基づいて推定して補間を行う補間推定器と、

前記補間推定器によって補間されたデータを含んだ各データ系列を、それぞれ同じ時間軸上に並

べ、この時間軸上の同位置にある各データの平均値を求め、得られた平均値からなる一連のデータ列を処理後の信号として出力する平均値算出器と、を備えることを特徴とする信号処理装置。

2. 請求項1記載の信号処理装置において、与えられたデータ列の所定の区間に属するデータについて、処理前のデータと処理後のデータとの間の分散を算出する分散値算出器を更に備えたことを特徴とする信号処理装置。

## 3. 発明の詳細な説明

〔発明の目的〕

(産業上の利用分野)

本発明は信号処理装置、特に連続して与えられるデータの列からなる信号のノイズ成分を除去するための信号処理装置に関する。

(従来技術)

電力システムをはじめとする各種産業システムでは、システムの制御・診断のために制御系の種々の物理量を観測し、これをデジタル信号に変換

して入力し処理を行っている。ところが、このような信号処理装置への入力信号には、各種の外乱がノイズとして含まれている。このため、従来の信号処理装置は、アナログ式あるいはデジタル式のフィルタを設け、入力信号のノイズ除去を行っている。

(発明が解決しようとする課題)

しかしながら、アナログ式のフィルタによりノイズ除去を行う従来装置では、比較的大容量のキャパシタを設けて平滑化を図り、高周波成分の除去を行う必要があるため、ノイズ除去回路が大きくなり、省スペースおよび経済性の点で問題がある。

また、デジタル式のフィルタによりノイズ除去を行う従来装置では、省スペースおよび経済性の点では問題がないが、信号の有用成分の周波数帯が途中で変化するような場合には、効率良いノイズ除去を行うことができなかった。

そこで本発明は、小型で経済的で、しかも効率のよいノイズ除去を行うことのできる信号処理装

置を提供することを目的とする。

(発明の構成)

(課題を解決するための手段)

本発明は、連続して与えられるデータの列からなる信号のノイズ成分を除去するための信号処理装置において、

与えられたデータ列から、データを $n$ 個おきに取出すことによって得られるデータ系列を、それぞれ取出す位相を変えることによって $n$ 通り生成するデータ系列生成器と、

生成された各データ系列を与えられたデータ列と同じ時間軸上に並べ、各データ系列内の隣接するデータ間に欠如している $(n-1)$ 個のデータを、少なくとも隣接したデータに基づいて推定して補間を行う補間推定器と、

この補間推定器によって補間されたデータを含んだ各データ系列を、それぞれ同じ時間軸上に並べ、この時間軸上の同位置にある各データの平均値を求め、得られた平均値からなる一連のデータ列を処理後の信号として出力する平均値算出器と、

を設けたものである。

(作 用)

本発明に係る信号処理装置は、デジタル式にノイズ除去を行う。したがって、従来のアナログ式フィルタを用いた信号処理装置のように大容量のキャパシタを設ける必要がなく、小型で経済的な装置を実現できる。また、一連の入力データを $n$ 個のデータ系列に分配し、各データ系列ごとに補間を行った後に、全系列の平均をとるという演算を行うため、入力信号の有用成分となる周波数帯を確保しながら、効率のよいノイズ除去が可能になる。

(実施例)

以下本発明を図示する一実施例に基づいて説明する。第1図は本発明の一実施例に係る信号処理装置の基本構成を示すブロック図である。この装置は、データ系列生成器10、補間推定器20、および平均値算出器30の3つの構成要素を有し、入力したデータ列 $S_1$ についてノイズ成分を除去

し、データ列 $S_0$ として出力する。データ系列生成器10は、入力したデータ列 $S_1$ からデータを $n$ 個おきに取出し、 $n$ 通りのデータ系列を生成する機能を有する。すなわち、データ列 $S_1$ を入力し、 $n$ 個のデータ系列 $D_1 \sim D_n$ を出力する。以下、 $n=3$ の場合の具体例を説明する。

第2図は、 $n=3$ の場合のデータ系列生成器10の機能を説明する図であり、横は時間軸に相当する。いま、与えられたデータ列 $S_1$ が、データ $a_1, a_2, a_3, \dots, a_{15}$ から構成されており、各データは、10ms間隔で採取され(サンプリング周波数100Hz)ているものとする。このような一連の入力データ列 $S_1$ は、第1の系列 $D_1(a_1, a_4, a_7, \dots)$ 、第2の系列 $D_2(a_2, a_5, a_8, \dots)$ 、および第3の系列 $D_3(a_3, a_6, a_9, \dots)$ に分配される。それぞれデータを3個おきに取出すことによって得られるデータ系列であり、取出すべきデータの周期は30msとなる。取出す位相はそれぞれ10msずつずれている。

この例では  $n=3$  であるが、 $n$  の値をいくつにするかは、データ列  $S_1$  として与えられる入力信号の有用成分の周波数帯によって制限される。この例では、入力データ列  $S_1$  のサンプリング周波数は  $100\text{Hz}$  であるから、サンプリング定理により、入力信号の有用成分の周波数帯は  $50\text{Hz}$  までとれることになる。ところが、各データを3つに分配したため、入力信号の有用成分の周波数帯は、結局  $50/3\text{Hz}$  までに制限されることになる。たとえば、入力信号の有用成分の周波数帯が  $50/7\text{Hz}$  まで確保できれば十分である場合には、最高  $n=7$  までとることができる。

第3図は、第1図に示す装置のデータ系列生成器10の内部構成図である。入力したデータ列  $S_1$  はデータ分配部11によって3つに振分けられ、各データ系列は、それぞれデータ系列収納部12、13、14に収納され、ここからデータ系列  $D_1$ 、 $D_2$ 、 $D_3$  として出力される。

続いて、補間推定器20の動作について説明する。データ系列生成器10が生成したデータ系列

$D_1$ 、 $D_2$ 、 $D_3$  は、第2図に示すようにデータ間に2つずつデータが欠如したものとなっている。たとえば、データ系列  $D_1$  では、データ  $a_4$  と  $a_7$  との間に、2つのデータ  $a_5$ 、 $a_6$  が欠如している。一般に  $n$  個のデータ系列を生成した場合、 $(n-1)$  個のデータが欠如することになる。補間推定器20は、このような欠如したデータを補間する機能を有する。第4図にデータ系列  $D_1$  についての補間の一例を示す。まず、 $(a_1, a_4, a_7)$  という3つのデータの組から、 $a_3, a_5$  という2つのデータを補間し、続いて、 $(a_4, a_7, a_{10})$  という3つのデータの組から、 $a_6, a_8$  という2つのデータを補間する。ここで、 $a_3, a_5, a_6, a_8$  は、それぞれ  $a_3, a_5, a_6, a_8$  と同じ時間軸上の補間データである。このような補間によって、第4図に示すような、 $a_3, a_4, a_5, a_6, a_7, a_8, \dots$  というデータの列からなるデータ系列  $E_1$  を得る。

上述のような補間を行うには、公知の一般的な補間法を用いればよい。たとえば、電気書院刊

「電気計算別冊・数値計算プログラム」(玄光男・井田憲一著)の100頁に解説されているエイトケン補間法を利用することができる。このエイトケン補間法では、2つのデータの組  $(x_1, y_1)$ 、 $(x_k, y_k)$  (ただし  $i \neq k$ ) が与えられたとき、データ区間  $[x_1, x_k]$  の任意の変数  $x$  の値に対して次式による線形補間公式を繰返し適用する反復線形補間が行われる。

$$P_{11} = y_1$$

$$P_{1,k+1} = \{(x_1 - x) P_{kk} - (x_k - x) P_{1k}\} / (x_1 - x_k) \quad (1)$$

ただし、 $k=1, 2, \dots, l-1, l=1, 2, \dots, n$  である。この反復演算のアルゴリズムを第5図の流れ図に示す。まず、ステップS1でデータ数  $n=3$  を設定し、カウンタのための変数  $k$  を初期値である1に設定する。続いて、ステップS2において、データ系列  $D_1$  を構成するデータに演算式(1)を適用して演算を行い、ステップS3でカウンタを1だけ増加させる。そしてステップS4において、カウンタ  $k$  が  $n$  に達するまで

繰返しを行い、繰返しが終了したらステップS5において演算結果をデータ系列  $E_1$  として出力することになる。以上、エイトケン補間法について簡単に説明したが、より詳細は前掲刊行物を参照されたい。なお、本発明はこのエイトケン補間法だけに限らず、要するに少なくとも隣接する2つのデータを用いて、その間のデータを推定補間する方法であれば、どのような補間法を用いても構わない。

続いて、平均値算出器30の動作について説明する。前述のように、補間推定器20は、補間後のデータ系列  $E_1 \sim E_n$  を出力する(この例では  $n=3$ )。平均値算出器30はこの補間後のデータ系列を、それぞれ同じ時間軸上に並べ、この時間軸上の同位置にある各データの平均値を求め、得られた平均値からなる一連のデータ列をデータ列  $S_0$  として出力する。 $n=3$  の場合のこの平均処理の原理を第6図に示す。ここで、データ系列  $E_1 \sim E_3$  の各データのうち、データ  $a$  はとも

との観測データ、データ $a$ 、 $a'$ 、 $a''$ は補間によって推定したデータを示す。図では、それぞれ同じ添字をもったデータが上下に並ぶように各データが並べられている。すなわち、3つのデータ系列 $E_1 \sim E_3$ は、同じ時間軸上に並べられている。ここで、上下に並んだ3つのデータについて、それぞれ平均が求められる。たとえば、データ $A_4$ は $(a_4 + a'_4 + a''_4) / 3$ なる演算によって定まる。このようにして、各時点でのデータの平均が求められ、 $A_4$ 、 $A_5$ 、 $A_6$ 、…というデータ列が最終的に出力すべきデータ列 $S_0$ となる。

第7図は本発明の別な実施例に係る信号処理装置のブロック図である。この装置は、第1図に示す装置に更に分散値算出器40を付加したものである。それ以外の構成要素についての動作は第1図の装置と全く同様であるため、ここでは説明を省略する。分散値算出器40は、入力データ列 $S_1$ と出力データ列 $S_0$ との間の連続する $m$ 個のデータについての平均分散値 $\sigma^2$ を計算して出力

する。たとえば、 $m=7$ とすれば、まず入力データ $(a_1 \sim a_7)$ と出力データ $(A_1 \sim A_7)$ とについて、

$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^7 (a_i - A_i)^2 / 7 \quad (2)$$

なる演算を行い、 $\sigma^2$ を求める。続いて、入力データ $(a_2 \sim a_8)$ と出力データ $(A_2 \sim A_8)$ とについても同様の演算を行い、以下、順次連続する7個のデータごとに平均分散値 $\sigma^2$ を求めてゆく。この平均分散値 $\sigma^2$ の値は、出力データ列 $S_0$ の信頼性を示すひとつのパラメータとして利用することができる。たとえば、所定のしきい値 $Z$ を定めておき、 $\sigma^2 > Z$ のときには、そのとき平均値算出器30から出力されるデータは信頼性が低いという判断をすることができる。

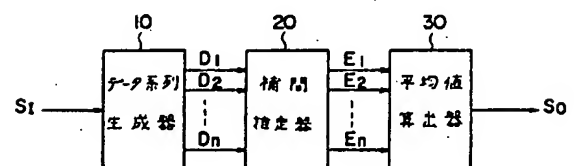
〔発明の効果〕

以上の通り本発明によれば、デジタル式にノイズ除去を行うことができるため、従来のアナログ式フィルタを用いた信号処理装置のように大容量のキャパシタを設ける必要がなく、小型で経済的

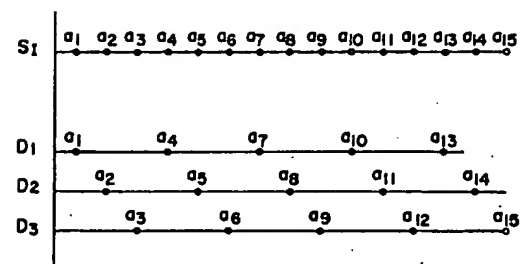
な装置を実現できる。また、一連の入力データを $n$ 個のデータ系列に分配し、各データ系列ごとに補間を行った後に、全系列の平均をとるという演算を行うため、入力信号の有用成分となる周波数帯を確保しながら、効率のよいノイズ除去が可能になる。

#### 4. 図面の簡単な説明

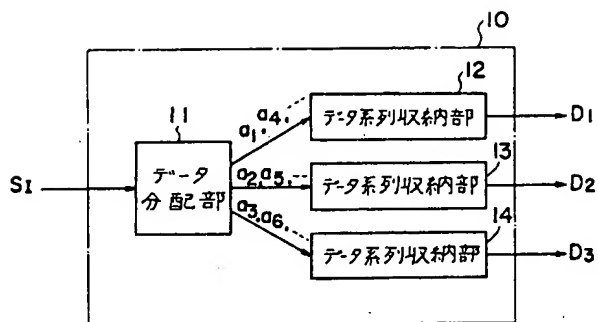
第1図は本発明の一実施例に係る信号処理装置のブロック図、第2図は第1図の装置におけるデータ系列生成器の機能説明図、第3図は第1図の装置におけるデータ系列生成器の内部構成図、第4図は第1図の装置における補間推定器の機能説明図、第5図はエイトケン補間法のアルゴリズムを示す流れ図、第6図は第1図の装置における平均値算出器の機能説明図、第7図は本発明の別な一実施例に係る信号処理装置のブロック図である。  
10…データ系列生成器、11～13…データ分配部、20…補間推定器、30…平均値算出器。



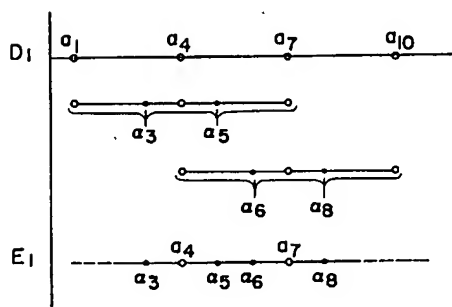
第1図



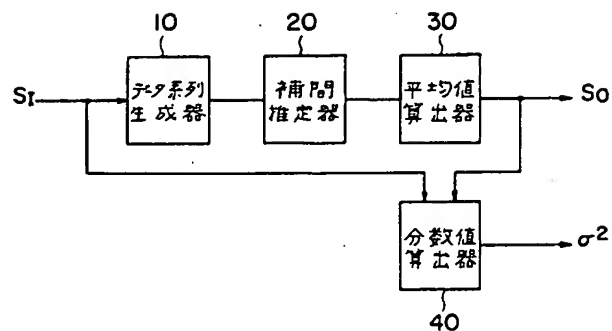
第2図



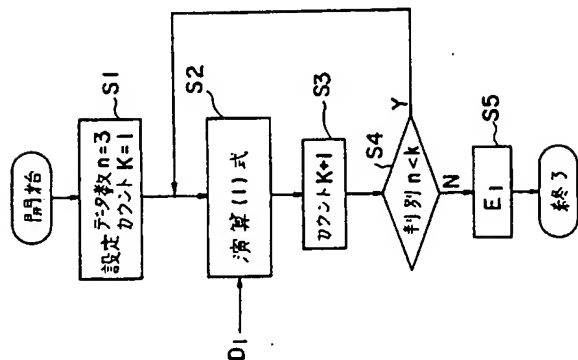
第 3 図



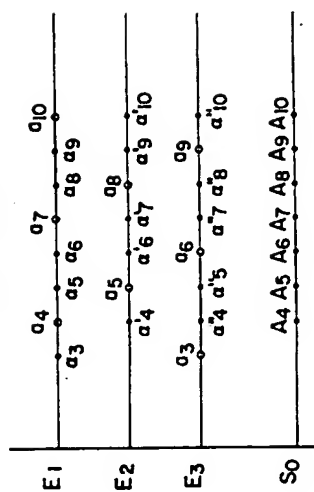
第 4 図



第 7 図



第 5 図



第 6 図